

Заключение диссертационного совета МГУ.016.3
по диссертации на соискание ученой степени доктора наук
Решение диссертационного совета от «12» декабря 2024 г. №6
о присуждении Шимелевичу Михаилу Ильичу, гражданину России, ученой
степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Решение обратных задач геоэлектрики с применением нейронных сетей и оценкой неоднозначности» по специальности 1.6.9 Геофизика принята к защите диссертационным советом 13 июня 2024 г., протокол № 5.

Соискатель Шимелевич Михаил Ильич 1949 года рождения, диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Разработка методов анализа магнитотеллурических вариаций в частотной и временной областях» защитил в 1980 году в диссертационном совете, созданном на базе Московского геологоразведочного института им. С. Орджоникидзе.

Соискатель работает в должности доцента кафедры информатики и геоинформационных систем ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ), г. Москва. Диссертация выполнена на кафедре информатики и геоинформационных систем ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ).

Официальные оппоненты:

Александров Павел Николаевич, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник лаборатории №3, Центр геоэлектромагнитных исследований ФГБУН «Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук» (ИФЗ РАН);

Кризский Владимир Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой информатики и компьютерных технологий, ФГБУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II»;

Ягола Анатолий Григорьевич, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры математики, физический факультет, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова» дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 152 опубликованных работы, в том числе по теме диссертации 29 работ, из них 16 статей, опубликованных, в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.6.9 Геофизика.

Перечень основных публикаций:

1. Светов Б.С., Шимелевич М.И. Определение линейных связей между компонентами магнитотеллурического поля - основные принципы // Известия Академии Наук СССР. Серия Физика Земли. 1982. № 5. С. 59–67. (0.9 п.л./авторский вклад 0.45 п.л.: написание текста статьи, разработка алгоритма, проведение расчётов)

2. Svetov B.S., Shimelevich M.I. Magnetotelluric variation processing // *Surveys in Geophysics*. 1988. V.9. I.3-4. P. 259–285. DOI: 10.1007/BF01901626. Импакт-фактор JCI 1.31 (1.3 п.л./авторский вклад 0.65 п.л.: написание текста статьи, разработка алгоритма, проведение расчётов, обработка результатов)
3. Шимелевич М.И., Оборнев Е.А. Нейросетевая инверсия МТ данных в классах параметризованных геоэлектрических разрезов // *Физика Земли*. 2007. № 3. С. 25–30. DOI: 10.1134/S1069351307030056. Импакт-фактор JCI 0.26 (0.3 п.л./авторский вклад 0.15 п.л.: написание текста статьи, разработка алгоритма, руководство проведением расчётов, анализ результатов)
4. Shimelevich M.I., Osborne E.A., Gavryushov S. Rapid neuronet inversion of 2D magnetotelluric data for monitoring of geoelectrical section parameters // *Annals of Geophysics*. 2007. Vol. 50, no. 1. P. 105–109. DOI: 10.4401/AG-3090. Импакт-фактор JCI 0.41 (0.3 п.л./авторский вклад 0.15 п.л.: написание текста статьи, разработка алгоритма, руководство проведением расчётов, анализ результатов)
5. Шимелевич М.И., Оборнев Е.А. Аппроксимационный метод решения обратной задачи МТЗ с использованием нейронных сетей // *Физика Земли*. 2009. № 12. С. 22–38. DOI: 10.1134/S1069351309120039. Импакт-фактор JCI 0.26 (0.9 п.л./авторский вклад 0.3 п.л.: написание текста статьи, разработка алгоритма, руководство проведением расчётов, анализ результатов)
6. Шимелевич М.И., Оборнев Е.А., Оборнев И.Е., Родионов Е.А. Численные методы оценки степени практической устойчивости обратных задач геоэлектрики // *Физика Земли*. 2013. № 3. С. 58–64. DOI: 10.7868/S0002333713030150. Импакт-фактор JCI 0.26 (0.5 п.л./авторский вклад 0.13 п.л.: написание текста статьи, разработка алгоритма, руководство проведением расчётов, анализ и обработка результатов)
7. Шимелевич М.И. Методы повышения устойчивости инверсии данных геоэлектрики на основе нейросетевого моделирования // *Геофизика*. 2013. № 4. С. 49–55. Импакт-фактор РИНЦ 0.26. (0.3 п.л./авторский вклад 0.3 п.л.)
8. Шимелевич М.И. Методы оценки количества информации о среде, содержащейся в геофизических полях // *Геоинформатика/Geoinformatica*. 2013. № 4. С. 49–56. Импакт-фактор РИНЦ 0.44. (0.4 п.л./авторский вклад 0.4 п.л.)
9. Шимелевич М.И., Оборнев Е.А., Оборнев И.Е., Родионов Е.А. Численные методы оценки достоверности результатов интерпретации данных электромагнитных зондирований // *Записки Горного института*. 2015. Т. 212. С. 122–129. Импакт-фактор JCI 0.60 (0.6 п.л./авторский вклад 0.15 п.л.: написание текста статьи, разработка алгоритма, руководство проведением расчётов, анализ и обработка результатов)
10. Шимелевич М.И., Оборнев Е.А., Оборнев И.Е., Родионов Е.А. Аппроксимационный нейросетевой метод решения многомерных нелинейных обратных задач геофизики // *Физика Земли*. 2017. № 4. С. 100–109. DOI: 10.7868/S0002333717040093. Импакт-фактор JCI 0.26 (0.9 п.л./авторский вклад 0.23 п.л.: написание текста статьи, разработка алгоритма, руководство проведением расчётов, анализ результатов)
11. Шимелевич М.И., Оборнев Е.А., Оборнев И.Е., Родионов Е.А. Алгоритм решения обратной задачи геоэлектрики на основе нейросетевой аппроксимации // *Сибирский журнал вычислительной математики*. 2018. № 4. С. 451–468. DOI: 10.15372/SJNM20180408. Импакт-фактор JCI 0.20 (1.0 п.л./авторский вклад 0.25 п.л.: разработка алгоритма, руководство проведением расчётов, анализ и обработка результатов)
12. Шимелевич М.И., Оборнев Е.А., Оборнев И.Е., Никитин А.А. Методы теории распознавания образов и нейросетевых технологий в задачах интерпретации 2D/3D данных геоэлектрики // *Горный журнал*. 2018 № 11. С. 34–38. DOI: 10.17580/GZH.2018.11.05. Импакт-фактор SJR 0.268 (0.3 п.л./авторский вклад 0.08 п.л.: написание текста статьи, разработка алгоритма, руководство проведением расчётов,

анализ результатов)

13. Оборнев Е.А., Оборнев И.Е., Родионов Е.А., Шимелевич М.И. Применение нейронных сетей в нелинейных обратных задачах геофизики // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2020 Т. 60, № 6. С. 1053–1065. DOI: 10.31857/S0044466920060071. Импакт-фактор JCI 0.31 (0.9 п.л./авторский вклад 0.23 п.л.: написание текста статьи, разработка алгоритма, руководство проведением расчётов, анализ результатов)

14. Шимелевич М.И. О методе расчета модуля непрерывности обратного оператора и его модификаций с приложением к нелинейным задачам геоэлектрики // Вычислительные методы и программирование. 2020. Т. 21, № 4. С. 350–372. DOI: 10.26089/NUMMET.V21R430. Импакт-фактор РИНЦ 0.63. (1.0 п.л./авторский вклад 1.0 п.л.)

15. Шимелевич М.И., Родионов Е.А., Оборнев И.Е., Оборнев Е.А. Нейросетевая 3D инверсия полевых данных геоэлектрики с расчетом апостериорных оценок // Физика Земли. 2022. № 5. С. 3–13. DOI: 10.31857/S000233722050246. Импакт-фактор JCI 0.26 (0.9 п.л./авторский вклад 0.23 п.л.: написание текста статьи, разработка алгоритма, руководство проведением расчётов, анализ результатов)

16. Isaev I. V., Osborne I. E., Osborne E. A., Rodionov E. A., Shimelevich M. I., and Dolenko S. A. Study of the integration of physical methods in neural network solution of the inverse problem of exploration geophysics with variable physical properties of the medium. Moscow University Physics Bulletin 78. 2023. Suppl.1. S122–S127. DOI: 10.3103/S0027134923070123. Импакт-фактор SJR 0.17 (0.5 п.л./авторский вклад 0.1 п.л.: разработка алгоритма, руководство проведением расчётов, анализ результатов)

На диссертацию и автореферат поступило 10 дополнительных отзывов, все положительные.

Выбор официальных оппонентов обосновывался их высокой квалификацией, широкой известностью в области геофизических методов поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, геоэлектрики, методов решения обратных и некорректных задач, вычислительной математики и большим количеством публикаций в ведущих научных журналах за последние 5 лет.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны новые теоретические положения и научно обоснованные нейросетевые технологии, внедрение которых в практику поиска и разведки месторождений полезных ископаемых имеет важное хозяйственное значение и может внести значительный вклад в развитие страны.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о большом личном вкладе автора в науку:

1. Новый метод адаптивной регуляризации обратной задачи геоэлектрики в классе кусочно-постоянных решений, основанный на численных оценках модуля непрерывности обратного оператора и обеспечивающий компромисс между детальностью и устойчивостью решений с дифференциацией по глубине.

2. Новый метод расчета априорных и апостериорных характеристик

неоднозначности (погрешности) приближенных решений нелинейных обратных задач геоэлектрики с использованием алгоритмов Монте-Карло.

3. Новый регуляризованный аппроксимационный нейросетевой метод решения нелинейной обратной задачи геоэлектрики, минимизирующий ошибку решения дифференцированно по глубине и не требующий задания первого приближения. Время численного решения задачи составляет десятки секунд независимо от размерности (2D или 3D) задачи.

4. Приложение аппроксимационного нейросетевого метода к решению важной практической задачи электромагнитного мониторинга изменений электропроводности среды в сейсмоактивных зонах в период подготовки землетрясений на основе локальных и/или разреженных сетей наблюдения в режиме реального времени.

На заседании 12 декабря 2024 г. диссертационный совет принял решение присудить Шимелевичу Михаилу Ильичу ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 8 докторов наук по специальности 1.6.9 Геофизика, участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 19, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель
диссертационного совета

М.А. Носов

Ученый секретарь
диссертационного совета

С.В. Колесов